

SMT

業務紹介

放電プラズマ焼結法 (SPS)

1. 放電プラズマ焼結とは¹⁾

放電プラズマ焼結の原理を簡単に説明します。図1に示す装置において、上・下部パンチを通して加圧しながらパルス通電すると、両パンチ間にある粉体粒子は、最初粒子どうしに放電が起り、プラズマ状態になり固着すると言われています。そして、固着後は電流の通り道ができますので、ジュール熱が発生

効率化が提案されている。このシステムでは、熱電素子内部でガス燃焼を行うため、多孔構造体で素子を形成する必要がある。そこで、資源的に豊富で耐熱・耐食性に優れているFeSi₂粉末を用い、SPS焼結法により熱電変換多孔体素子を試作した。

原料粉末は、直径500~700 μ mのアトマイズ粉 (n-type:Fe_{0.95}Co_{0.05}Si_{2.0}、p-type:Fe_{0.9}Mn_{0.1}Si_{2.0})を用い、単相化処理(850

クなどは認められていない。SPS焼結は、温度1250 $^{\circ}$ C、時間5minの条件で実施した。

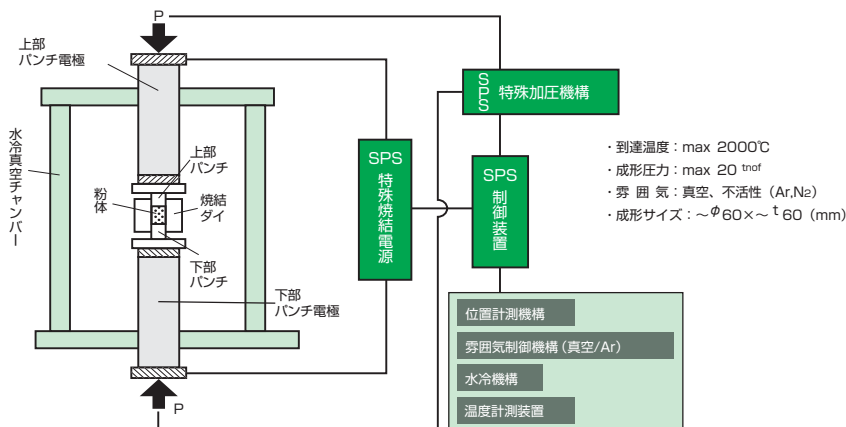


図1 放電プラズマ焼結装置の基本構成と加工能力¹⁾

し焼結します。

この様な焼結法を放電プラズマ焼結 (Spark Plasma Sintering以下SPS焼結と呼ぶ) といひ、下記に示す特徴があります。

- 1) 一般に、数分程度で焼結が可能なため結晶粒の粗大化を抑制できる
- 2) 放電プラズマによって、粉体粒子の表面酸化膜などのコンタミネーションを除去できる
- 3) 多孔体から真密度に近い成形体まで焼結が可能である
- 4) ダイを工夫することによって、傾斜機能材などを作製することが可能となる
- 5) 従来のホットプレス (Hot Press)、熱間等方圧焼結 (Hot Isostatic Press)、常圧焼結 (Pressure-less Sintering) に比べ、100~200 $^{\circ}$ C低い温度で焼結ができる
- 6) 「焼結」だけでなく、「接合」も可能である

2. 主な研究開発事例

金属やセラミックスの焼結だけでなく、その複合材 (サーメット) や傾斜機能材・金属間化合物・半導体用電子材料・コンポジット (高分子/金属) 材料など幅広い分野の高付加価値機能材開発に最適な焼結法です。ここでは、熱電変換多孔体材料・傾斜機能材料の研究開発事例を紹介することにします。

(1) 熱電変換多孔体材料²⁾

往復動燃焼を用いた熱電変換システムの高

$^{\circ}$ C \times 50hr) を施した。黒鉛型内にガラス繊維、電極用Ag箔と共に挿入し、ガラス繊維でCo、Mnドーピングを分別噴置した後にSPS焼結 (温度750 $^{\circ}$ C、圧力75~125kgf/cm²、時間2min、真空度10⁻²Torr) を行った。この結果、出力電極を有し、ガラス繊維でp/n分離されたFeSi₂多孔体素子 (ϕ 30 \times 120mm) を試作できた。(図2参照)

(2) 傾斜機能材料³⁾

図3(a)は、SPS温度傾斜焼結法により作製したZrO₂/SUS304傾斜材接合部の断面写真で、図3(b)は、その時に用いた異形黒鉛型である。

SUS304粉末の平均粒径は3 μ mであり、ZrO₂粉末には3wt%Y₂O₃を添加したサブミクロンの粉末を用いている。SUS304とZrO₂の間には、SUS304/ZrO₂比で3/1、1/1、1/3の混合組成粉末を順に積層し、表裏と合せて5層から成る傾斜機能材 (ϕ 20 \times 3mm) となっている。各接合面には、微小なポアやクラック

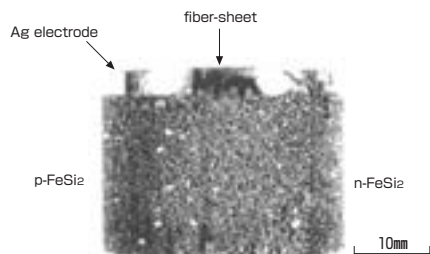
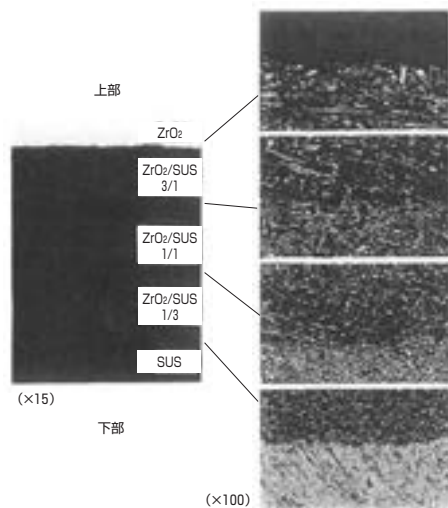
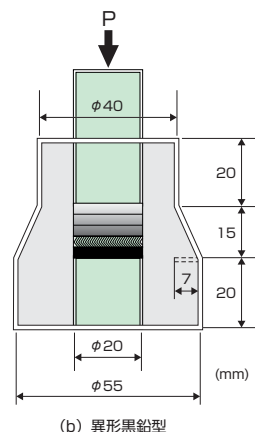


図2 開発したFeSi₂熱電変換多孔体素子²⁾



(a) 接合部の断面写真



(b) 异形黒鉛型

図3 ZrO₂/SUS304 傾斜接合SPS焼結体³⁾

3. おわりに

今回は、SPS焼結による研究開発事例を紹介しましたが、非球面レンズ用射出成形型型の製作や高速超塑性加工用アルミ合金ビレットの製作など、既に生産プロセスの手段として実用化されている例もあります。

弊社におきましても、SPS焼結機を活用した委託加工や研究提案を行い、新事業創出のお役に立ちたいと考えております。

受託研究事業部 技術営業部
浅野 鐵夫

TEL: 06-6489-5779 FAX: 06-6489-5799
E-mail asano-tto@smt-cocom

[参考文献]

- 1) 鍋田正雄: 放電プラズマ焼結メカニズムとセラミックスへの応用, ニューセラミックス, No.10 (1997), 43-53.
- 2) 香月太 富田俊郎 高田樹大 柳本勝 松田定: FeSi₂ 熱電変換多孔体素子の開発, (社)日本金属学会第125回秋期講演大会 (金沢工業大学), 1999.11, 315.
- 3) 大森 守, 酒井広隆, 大久保昭, 鍋田正雄, 川原正和, 平井敏男: 1994年度傾斜機能材料論文集 (FGM'94) (1994)99-104